

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/076092 A1

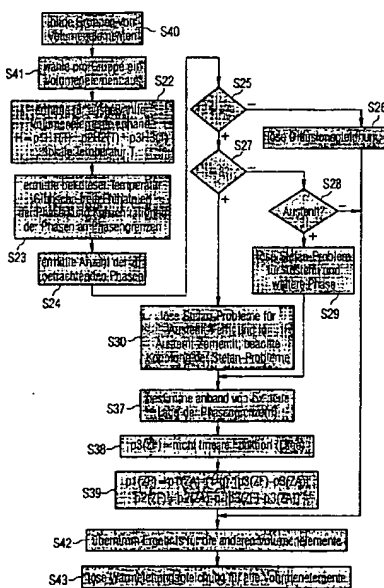
(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G05B 17/02, B21B 37/74
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/053709
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. Dezember 2004 (27.12.2004)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität: 10 2004 005 919.5 6. Februar 2004 (06.02.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FRANZ, Klaus [DE/DE]; Türkheimer Str. 1, 90455 Nürnberg (DE). WEINZIERL, Klaus [DE/DE]; Eisensteiner Str. 12, 90480 Nürnberg (DE). BORCHERS, Wolfgang [DE/DE]; Naturbadstr. 49, 91056 Erlangen (DE).
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMPUTER-ASSISTED MODELLING METHOD FOR THE BEHAVIOUR OF A STEEL VOLUME HAVING A VOLUMETRIC SURFACE

(54) Bezeichnung: RECHNERGESTÜTZTES MODELLIERVERFAHREN FÜR DAS VERHALTEN EINES STAHLVOLUMENS MIT EINER VOLUMEN OBERFLÄCHE



S40 FORM VOLUMETRIC ELEMENT GROUPS
S41 SELECT ONE VOLUMETRIC ELEMENT PER GROUP
S22 DETERMINE LOCAL TEMPERATURE FOR SELECTED VOLUMETRIC ELEMENTS, BASED ON $HOP(1)$, $(T-PH2)$, $(T-PH3)$ (T)
S23 DETERMINE AT THAT TEMPERATURE GIBBS FREE ENTHALPIES OF PHASES AND LEVELS OF CONCENTRATION OF PHASES AT THE PHASE BOUNDARIES
S24 DETERMINE THE NUMBER OF PHASES TO BE OBSERVED
S RESOLVE THE DIFFUSION EQUATION
S25 AUSTENITE ?
S26 RESOLVE STEFAN PROBLEM FOR AUSTENITE-FERRITE AND OTHER PHASE
S27 RESOLVE STEFAN PROBLEMS FOR AUSTENITE-FERRITE AND FOR AUSTENITE-CEMENTITE, OBSERVE STEFAN PROBLEM COUPLING
S28 DETERMINE NEW BOUNDARY PHASE POSITION BASED ON Δx
S29 $(P1, P2) = (P1, P2) + (P1, P2) \cdot (P1, P2)$
S30 $(P1, P2) = (P1, P2) + (P1, P2) \cdot (P1, P2)$
S31 $(P1, P2) = (P1, P2) + (P1, P2) \cdot (P1, P2)$
S32 $(P1, P2) = (P1, P2) + (P1, P2) \cdot (P1, P2)$
S33 $(P1, P2) = (P1, P2) + (P1, P2) \cdot (P1, P2)$
S34 RESTART RESULT FOR OTHER VOLUMETRIC ELEMENTS
S43 RESOLVE THERMAL CONDUCTION EQUATION FOR ALL VOLUMETRIC ELEMENTS

(57) Abstract: The present invention concerns a computer (4) which determines a subsequent state (ZF) of a steel volume (1), based on an instantaneous initial state (ZA) of said steel volume (1) and at least one volumetric surface, the temporary influence quantities (W) acting on said steel volume (1), by resolution of an equation of thermal conduction and phase change. The states (ZA; ZF) include for at least one volumetric element (9) of the steel volume (1), a local distribution in concentration (K) of a alloy element mobile in the steel, the local proportions (p1, p2, p3) of the modelled phases of the steel and a quantity (H) describing the local energy content of the steel. The phases comprise austenite and another phase, generally, ferrite or cementite. In the context of the change equation, the concentration levels (k1, k3; k2, k4) of the mobile alloy element, which are located on either side of the phase boundary (11, 12), between the austenite and the other phase are determined. Moreover, it is determined, by resolution of the Stefan problem, whether and how the distribution in concentration (K) of the mobile alloy element is modified in the austenitic zone of the volumetric element (9) observed and whether and to what extent ($\delta x'$, $\delta x''$) the phase boundary (11, 12) is thereby displaced. The proportions (p1, p2, p3) of phases are then determined based on the position of the limite phase (11, 12).

(57) Zusammenfassung: Ein Rechner (4) ermittelt anhand eines momentanen Anfangszustands (ZA) eines Stahlvolumens (1) und mindestens einer über die Volumenoberfläche auf das Stahlvolumen (1) einwirkenden momentanen Einflussgrösse (W) durch Lösen einer Wärmeleitungsgleichung und einer Phasenumwandlungsgleichung einen Folgezustand (ZF) des Stahlvolumens (1). Die Zustände (ZA, ZF) umfassen für mindestens ein Volumenelement (9) des Stahlvolumens (1) eine lokale Konzentrationsverteilung (K) eines im Stahl beweglichen Legierungselements, lokale Anteile (p1, p2, p3) von modellierten Phasen des Stahls und eine den lokalen Energieinhalt des Stahls beschreibende Grösse (H). Die Phasen umfassen Austenit und eine weitere Phase, in der Regel Ferrit oder Zementit. Im Rahmen der Umwandlungsgleichung wird ermittelt, welche Konzentrationen (k1, k3; k2, k4) des beweglichen Legierungselements beidseits einer Phasengrenze (11, 12)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/076092 A1



(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

zwischen Austenit und der weiteren Phase vorliegen. Ferner wird durch Lösen eines Stefan-Problems ermittelt, ob und wie sich die Konzentrationsverteilung (K) des beweglichen Legierungselements im austenitischen Bereich des betrachteten Volumenelements (9) ändert und ob und um welches Ausmass ($\delta x'$, $\delta x''$) sich die Phasengrenze (11, 12) dadurch verschiebt. Anhand der Lage der Phasengrenze (11, 12) werden dann die lokalen Anteile (p1, p2, p3) der Phasen ermittelt.